



(12) Offenlegungsschrift
(10) DE 42 06 845 A 1

(51) Int. Cl. 5:
G 01 N 9/36
G 01 N 9/26
G 01 L 15/00
G 01 F 1/34
G 01 F 1/32
// G01L 9/08

(21) Aktenzeichen: P 42 06 845.2
(22) Anmeldetag: 4. 3. 92
(43) Offenlegungstag: 9. 9. 93

(71) Anmelder:
Rational GmbH, 86899 Landsberg, DE

(72) Erfinder:
Kohlstrung, Peter, 8912 Kaufering, DE

(74) Vertreter:
Boehmert, A., Dipl.-Ing., 28209 Bremen; Hoormann, W., Dipl.-Ing. Dr.-Ing., 2800 Bremen; Goddar, H., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., 80801 München; Liesegang, R., Dipl.-Ing. Dr.-Ing.; Münzhuber, R., Dipl.-Phys., 8000 München; Winkler, A., Dr.rer.nat., 28209 Bremen; Tönhardt, M., Dipl.-Phys. Dr.rer.nat., Pat.-Anwälte, 40593 Düsseldorf; Stahlberg, W.; Kuntze, W.; Kouker, L., Dr., 2800 Bremen; Huth, M., 6228 Eltville; Nordemann, W., Prof. Dr.; Vinck, K., Dr.; Hertin, P., Prof. Dr.; vom Brocke, K., Rechtsanwälte, 1000 Berlin

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

(54) Verfahren und Vorrichtung zum Ermitteln des Anteils einer Gaskomponente in einem Gasgemisch sowie Verwendung einer derartigen Vorrichtung

(57) Ein Verfahren zum Ermitteln des Anteils einer Gaskomponente in einem Gasgemisch, wobei das Rest-Gasgemisch in seinen Eigenschaften homogen ist, ist dadurch gekennzeichnet, daß in dem Gasgemisch eine Druckdifferenz aufgebaut wird, diese Druckdifferenz gemessen und daraus die Dichte des Gasgemisches abgeleitet wird und diese Dichte zum Bestimmen des Anteils der Gaskomponente verwendet wird.

BEST AVAILABLE COPY

DE 42 06 845 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNDESDRUCKEREI 07. 93 308 036/161

9/49

Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Ermitteln des Anteils einer Gaskomponente in einem Gasgemisch, wobei das Rest-Gasgemisch in seinen Eigenschaften homogen ist, eine Vorrichtung zum Ermitteln des Anteils einer Gaskomponente, die insbesondere zum Durchführen des Verfahrens geeignet ist, sowie die Verwendung einer derartigen Vorrichtung.

Üblicherweise wird der Anteil von Gaskomponenten in einem Gasgemisch mit Hilfe von Sensoren bestimmt, die für die entsprechenden Gase ausgelegt sind. Allerdings sind diese Sensoren ausgesprochen empfindlich gegen Verunreinigungen, zudem erfordern sie oftmals einen hohen Aufwand bei der Auswertung der Messungen. Wenn zudem in einem Bereich hoher Temperaturen gemessen werden soll, kommt eine Störanfälligkeit der Meßanordnung hinzu.

Es ist daher die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung zum Ermitteln des Anteils einer Gaskomponente in einem Gasgemisch zur Verfügung zu stellen, das bzw. die auch unter extremen Umgebungsbedingungen optimal arbeitet.

Diese Aufgabe wird von einem Verfahren der ein- gangs genannten Gattung mit den Merkmalen des kennzeichnenden Teiles von Patentanspruch 1 gelöst. Eine Vorrichtung, die insbesondere zum Durchführen des Verfahrens bestimmt ist, ist Gegenstand von Patentanspruch 5. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Verfahrens bzw. der Vorrichtung sind Gegenstand der jeweils rückbezogenen Unteransprüche.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß in dem Gasgemisch eine Druckdifferenz aufgebaut wird, diese Druckdifferenz gemessen und daraus die Dichte des Gasgemisches abgeleitet wird und die Dichte zum Bestimmen des Anteils der Gaskomponente verwendet wird.

Der Erfindung liegt die überraschende Erkenntnis zu- grunde, daß die Schwierigkeiten herkömmlicher Mes- sungen einfach dadurch überwunden werden können, daß die interessierenden Größen nicht direkt, sondern indirekt bestimmt werden können. Dabei wird ausgenutzt, daß die Druckdifferenz in einem strömenden Gas direkt proportional zur Dichte des Gases bzw. des Gasgemisches ist, sofern die übrigen Parameter der Strömung konstant gehalten werden. Ist einmal die Dichte des Gasgemisches ermittelt, so kann, wenn die Eigen- schaften des Rest-Gasgemisches bekannt sind, der Anteil der interessierenden Gaskomponente auf einfache Weise bestimmt werden.

Dazu sei angenommen, daß die Gaskomponente G1 sowie das Rest-Gasgemisch G2 jeweils für sich als ein ideales Gas zu behandeln sind, wobei im Bedarfsfall zur genauen Berechnung die jeweiligen Realgasfaktoren herangezogen werden können. Dann gilt jeweils für die einzelnen Partialdrücke p_1, p_2 , da beide Bestandteile des Gasgemisches sich in demselben Volumen V auf gleicher Temperatur T befinden:

$$p_1 \cdot V = m_1 \cdot R_1 \cdot T. \quad (I)$$

$$p_2 \cdot V = m_2 \cdot R_2 \cdot T. \quad (II)$$

wobei m_1, m_2 die Massen der Bestandteile sind. Mit R_1, R_2 werden die jeweiligen Gaskonstanten bezeichnet, d. h. sie stellen für jede Gassorte bzw. jedes homogene Gasgemisch einen festen Wert dar. Damit ergibt sich der Gesamtdruck p_g des Gasgemisches zu

$$p_g = p_1 + p_2 \quad (III)$$

beziehungsweise, unter Verwendung der Gleichungen (I) und (II) und durch Ausnutzen der Definitionsgleichung für die Dichte p_g des Gasgemisches

$$p_g = (m_1 + m_2)/V \quad (IV)$$

und der Definitionsgleichung für den Massenanteil x der Gaskomponente 1

$$x = m_1/(m_1 + m_2) \quad (V)$$

zu

$$p_g = p_g \cdot (x \cdot R_1 \cdot T + (1 - x) \cdot R_2 \cdot T) \quad (VI)$$

woraus sich x berechnen läßt, nämlich als

$$x = \frac{\frac{p_g}{p_g \cdot T} - R_2}{R_2 - R_1} \quad (VII)$$

Mit so ermitteltem x und bei Kenntnis von p_g kann aus der Gleichung (I) auch der Partialdruck der Gaskomponente 1 ermittelt werden. Durch arithmetische Umformungen erhält man:

$$p_1 = (p_g - p_g \cdot R_2 \cdot T) \quad (VIII)$$

Damit kann praktisch allein aus der auftretenden Druckdifferenz auf den Partialdruck einer Gaskomponente G1 geschlossen werden.

Für die Auswertung ist es oftmals ausreichend, wenn der Gesamtdruck p_g und die Temperatur T als konstant angenommen werden. Dann geht als einziger Parameter die Druckdifferenz in die Auswertung ein, so daß diese ausgesprochen schnell vorgenommen werden kann. Bei vielen Anwendungen wird allerdings zumindest die Temperatur ein sich ändernder oder schwankender Parameter sein.

Insbesondere um die Meßgenauigkeit des Verfahrens zu erhöhen, können der Gesamtdruck des Gasgemisches und/oder die Temperatur des Gasgemisches erfaßt werden.

Nach einer vorteilhaften Ausgestaltung des Verfahrens wird die Druckdifferenz durch ein in das zur Verfügung stehende Volumen einströmendes Gasgemisch aufgebaut.

Ebenso bevorzugt ist es, die Druckdifferenz durch Erzeugen eines Wirbels in dem Gasgemisch aufzubauen.

Das erfindungsgemäße Verfahren läßt sich insbesondere auch dann einsetzen, wenn herkömmliche Bestimmungsmethoden scheitern. Oftmals stellt sich das Problem, beispielsweise den Anteil des Wasserdampfes oder seinen Partialdruck zu ermitteln, wobei das Rest-Gasgemisch dann Luft wäre. Mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kann dies sogar dann durchgeführt werden, wenn hohe Umgebungstemperaturen herrschen. Auch eine Gefahr des Ausfalls einer für das Verfahren geeigneten Vorrichtung, beispielsweise durch Verschmutzen, ist nahezu ausgeschaltet.

Eine Vorrichtung zum Bestimmen des Anteils einer Gaskomponente in einem Gasgemisch, in dem das Rest-Gasgemisch in seinen Eigenschaften homogen ist, umfaßt eine Einrichtung zum Erzeugen einer Strömung in

dem Gasgemisch, wenigstens einen Druckmesser zum Erfassen des Druckes in dem Gasgemisch an wenigstens zwei voneinander beabstandeten Meßpunkten definierter Lage, eine Einrichtung zum Bestimmen der Dichte des Gasgemisches aus wenigstens einer Druckdifferenz von Drücken an zwei Meßpunkten sowie aus vorgebbarer Daten der erzeugten Strömung und eine Auswerteeinrichtung zum Bestimmen des Anteils der Gaskomponente zumindest aus der Dichte des Gasgemisches.

Dabei kann zum Erfassen des Gesamtdruckes des Gasgemisches ebenfalls ein Druckmesser vorgesehen sein.

Ferner kann es vorteilhaft sein, eine Temperaturerfassungseinrichtung vorzusehen.

Bevorzugt ist es, wenn die Einrichtung zum Erzeugen einer Strömung in dem Gasgemisch eine Düse umfaßt. Die Meßpunkte, die zum Erfassen der Drücke, die für die Druckdifferenz verwendet werden sollen, notwendig sind, werden dann innerhalb des Strömungskegels angeordnet, und zwar bevorzugt auf der Strömungssache. Falls die Ausströmgeschwindigkeit des Gasgemisches aus der Düse nicht konstant ist, muß auch sie erfaßt werden, damit sie gegebenenfalls in die Auswertung einfließen kann.

Ebenso bevorzugt ist es, wenn die Einrichtung zum Erzeugen einer Strömung in dem Gasgemisch ein Rotor ist. Dieser erzeugt einen Wirbel, wobei die unterschiedlichen Strömungsverhältnisse in radialer Richtung für die Ausbildung einer Druckdifferenz verantwortlich sind. Abgesehen von der Lage der Meßpunkte, die bevorzugt hinreichend im Inneren des Wirbels liegen sollen, ist die sich ausbildende Druckdifferenz abhängig von dem Radius des Wirbels und der Winkelgeschwindigkeit bzw. der Drehzahl des Rotors, so daß gegebenenfalls auch diese Größen zu erfassen und für die Auswertung bereitzustellen sind.

Oftmals sind die sich einstellenden Druckdifferenzen sehr gering. Daher ist eine geeignete Auswahl des Druckmessers besonders wichtig. So hat sich gezeigt, daß zweckmäßigerweise der Druckmesser ein Piezokeramik-Druckmesser bzw. Differenzdruckmesser ist, mit dem Drucke bis hinab zu wenigen mbar erfaßt werden können.

An Stellen konstanter Strömungsgeschwindigkeit kann der Differenzdruck auch mit einem Prantl-Staurohr erzeugt werden. Eine solche Stelle kann beispielsweise die Peripherie eines Rotors mit konstanter Drehzahl sein.

Das Verfahren bzw. die Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung können in unterschiedlichsten Anwendungen eingesetzt werden.

Bevorzugt ist zunächst eine Verwendung der Vorrichtung als Meßgerät zum Erfassen des Anteils einer Gaskomponente in einem Gasgemisch.

Wenn beispielsweise der Anteil an Wasserdampf in Luft mit Hilfe der erfundungsgemäßen Vorrichtung bestimmt wird, kann diese als Geber für eine Klimasteuering eingesetzt werden. Dies bietet sich dabei insbesondere in solchen Räumen an, wo ohnehin eine Belüftung mittels eines rotierenden Gebläses durchgeführt wird. Im Idealfall kann dieses Gebläse gleichzeitig als Einrichtung zum Erzeugen einer Strömung dienen, welche für die erforderliche Druckdifferenz sorgt. Dabei kann an Anwendungen in Gewächshäusern, aber auch in anderen Räumlichkeiten, wie beispielsweise in einem Kraftfahrzeug gedacht werden. Es kann aber auch ein separater Rotor bzw. eine Düse angeordnet werden, so daß auch Wohnräume, Saunen usw. überwacht bzw. hin-

sichtlich ihres Wasserdampfanteiles gesteuert werden können. Insbesondere bei den Klimasteueringen ist es vorteilhaft, eine Temperaturkompensation durchzuführen, das heißt, zumindest auch die Temperatur des Gasgemisches zu erfassen, und zwar vorteilhaft an den Punkten, die auch Meßpunkte für die Ermittlung der Druckdifferenzen sind.

Darüberhinaus kann die Vorrichtung zum Überwachen von Trocknungsprozessen bei hohen Temperaturen verwendet werden.

Weiterhin ist eine Vorrichtung gemäß der vorliegenden Erfindung zum Überwachen des Anteils an Wasserdampf in der Atmosphäre eines Garraums oder als Geber für die Steuerung des Anteils an Wasserdampf in dem Garraum geeignet. Die Qualität von Koch- und Garprozessen hängt entscheidend davon ab, ob eine hinsichtlich des Wasserdampfes optimierte Atmosphäre innerhalb des Garraumes aufrechterhalten werden kann. Der ohnehin in einem derartigen Garraum vorhandene Lüfter kann dabei grundsätzlich auch als Einrichtung zum Erzeugen der für die Durchführung des Verfahrens notwendigen Strömung eingesetzt werden.

Besonders vorteilhaft ist es aber, wenn zusätzliche Hilfsschaufleln rückseitig an einem ohnehin vorhandenen Gebläse vorgesehen ist. Es kann dann derselbe Antrieb wie für das Gebläse benutzt werden, so daß keine zusätzlichen baulichen Maßnahmen erforderlich sind. Es wird aber durch diese Anordnung der Hilfsschaufleln vermieden, daß der Meßbereich unerwünschten und zum Teil auch unbeeinflußbaren Störungen im Garraum ausgesetzt ist.

Im folgenden soll die Erfindung lediglich beispielhaft anhand der beigefügten Zeichnungen näher beschrieben werden. Es zeigt:

Fig. 1 ein schematisches Diagramm des Ablaufes eines Verfahrens gemäß der vorliegenden Erfindung;

Fig. 2 die Draufsicht auf einen Rotor zum Erzeugen eines Wirbels und

Fig. 3 in schematischer Darstellung eine Querschnittsansicht eines Gebläses, bei dem zusätzliche Hilfsschaufleln an seiner Rückseite vorgesehen sind.

Gemäß dem Verfahrensablauf nach Fig. 1 wird zunächst der Druck an zwei Meßpunkten bestimmt, wobei die Meßpunkte innerhalb einer erzwungenen Strömung des Gasgemisches liegen. Im allgemeinen kann davon ausgegangen werden, daß der sich einstellende Differenzdruck umso größer ist, je weiter die Meßpunkte in Richtung der Stromlinien der Strömung voneinander beabstandet sind. Wenn man das Gasgemisch beispielsweise aus einer Düse ausströmen läßt, so wird ein Meßpunkt in der Nähe der Ausströmöffnung angeordnet sein, der zweite Meßpunkt in Hauptrichtung der Ausströmgeschwindigkeit davon entfernt. Ist die erzeugte Strömung ein Wirbel, kann ein Meßpunkt in der Nähe des Wirbelzentrums, der andere in der Nähe der Wirbelperipherie vorgesehen sein. Die Störreinflüsse für die Messung werden geringer, wenn man die beiden Meßpunkte hinreichend im Inneren des Wirbels vorsieht.

Dann kann man annehmen, daß die Dichte mit Hilfe eines konstanten Radius berechnet werden kann. Aus den Drücken an den Meßpunkten wird der Differenzdruck ermittelt. Diese beiden Verfahrensschritte können auch zusammengefaßt werden, wenn ein entsprechend empfindlicher Differenzdruckmesser, beispielsweise ein Piezokeramik-Differenzdruckmesser verwendet wird. Im nächsten Schritt erfolgt die Dichtebestimmung, wobei in diese gegebenenfalls die Ausströmgeschwindigkeit aus der Düse, soweit diese veränderlich sein

kann, bzw. die Drehzahl des Rotors und die Größe des Wirbels, der von dem Rotor erzeugt wird, eingehen. Der Einschluß dieser Größen ergibt sich aus strömungstheoretischen Überlegungen, sie können formelmäßig in ein entsprechendes Kalkulationsprogramm eingearbeitet werden. Gegebenenfalls werden Gesamtdruck und Temperatur ermittelt, wobei die Erfassung der Temperatur wegen der proportionalen Abhängigkeit zur Gasdichte wesentlich werden kann.

Aus den zur Verfügung stehenden Größen kann nunmehr der Masseanteil einer Gaskomponente oder aber auch des Rest-Gasmisches bestimmt werden. Es ist bereits aufgezeigt worden, daß unter Zuhilfenahme dieser gemessenen bzw. berechneten Größen auch der Partialdruck der Gaskomponente bzw. des Rest-Gasmisches ermittelt werden kann.

Fig. 2 zeigt schematisch ein Beispiel für einen Rotor, der zur Erzeugung eines Wirbels dienen soll. Auf einer Platte oder Scheibe 1, die auch durch die Rückseite eines Gebläses gebildet sein kann, sind sechs sich von der Scheibe 1 vertikal erstreckende Flügel 2 in regelmäßigen Winkelabständen angeordnet. Die Scheibe 1 ist um eine in ihrem Zentrum angebrachte Achse 3 drehbar. Im Bereich zwischen 2 Flügeln sind Meßpunkte 4, 5 vorgesehen, die radial voneinander beabstandet sind, wobei der Meßpunkt 4 nahe der Achse 3 und der Meßpunkt 5 nahe der Peripherie der Scheibe 1 vorgesehen ist.

Fig. 3 zeigt eine Querschnittsansicht, wiederum in schematischer Darstellung, eines Gebläses 6 mit rückwärts auf eine Scheibe 1 aufgebrachten Flügeln bzw. Hilfsschaufeln 2 besteht, welche einen Rotor wie in Fig. 2 bilden. Die Anordnung ist gemeinsam um eine Achse 3 drehbar angeordnet.

Es hat sich gezeigt, daß für die praktische Anwendung in einem Gargerät eine Ausführungsform nach den Fig. 2 und 3 geeignet ist, wobei die Flügel 2 aus einem 7 mm hohen Winkelstahl bestehen. Die Anordnung dreht sich mit etwa 1470 upm, wobei ein Differenzdruck von 1 bis 2 mbar erzeugt wird, der mittels eines Piezoquarz-Differenzdruckmessers umfaßt wird. Es kann in allen Temperaturbereichen gearbeitet werden. Allerdings ist eine Hochtemperaturgrenze durch die für den Rotor und dergleichen verwendeten Materialien vorgegeben. Weitere Grenzen findet das Verfahren, wenn der Differenzdruck nicht mehr mit der hinreichenden Meßgenauigkeit erfaßt werden kann. Diese ist von der Rotorgeschwindigkeit bzw. von der Ausströmgeschwindigkeit der Düse abhängig, aber auch von dem verwendeten Druckmesser.

Die in der vorstehenden Beschreibung, in der Zeichnung sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebigen Kombinationen für die Verwirklichung der Erfindung in ihren verschiedenen Ausführungsformen wesentlich sein.

Bezugszeichenliste

1 Scheibe	60
2 Flügel, Hilfsschaufel	
3 Achse	
4 Meßpunkt	
5 Meßpunkt	
6 Gebläse	

Patentansprüche

1. Verfahren zum Ermitteln des Anteils einer Gaskomponente in einem Gasgemisch, wobei das Rest-Gasmisch in seinen Eigenschaften homogen ist, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Gasgemisch eine Druckdifferenz aufgebaut wird, diese Druckdifferenz gemessen und daraus die Dichte des Gasgemisches abgeleitet wird und diese Dichte zum Bestimmen des Anteils der Gaskomponente verwendet wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Gesamtdruck des Gasgemisches und/oder die Temperatur des Gasgemisches erfaßt wird/werden.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckdifferenz durch ein in das zur Verfügung stehende Volumen einströmendes Gasgemisch aufgebaut wird.
4. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Druckdifferenz durch Erzeugen eines Wirbels in dem Gasgemisch aufgebaut wird.
5. Vorrichtung zum Bestimmen des Anteils einer Gaskomponente in einem Gasgemisch, in dem das Rest-Gasmisch in seinen Eigenschaften homogen ist, insbesondere zum Durchführen des Verfahrens nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie
 - eine Einrichtung (1, 2) zum Erzeugen einer Strömung in dem Gasgemisch,
 - wenigstens einen Druckmesser zum Erfassen des Druckes in dem Gasgemisch an wenigstens zwei voneinander beabstandeten Meßpunkten (4, 5) definierter Lage,
 - eine Einrichtung zum Bestimmen der Dichte des Gasgemisches aus wenigstens einer Druckdifferenz aus Drücken an zwei Meßpunkten sowie aus vorgebbaren Daten der erzeugten Strömung und
 - eine Auswerteeinrichtung zum Bestimmen des Anteils der Gaskomponente zumindest aus der Dichte des Gasgemisches aufweist.
6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, daß ein Druckmesser zum Erfassen des Gesamtdruckes des Gasgemisches vorgesehen ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6, dadurch gekennzeichnet, daß eine Temperaturfassungseinrichtung vorgesehen ist.
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zum Erzeugen einer Strömung in dem Gasgemisch eine Düse umfaßt.
9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Einrichtung zum Erzeugen einer Strömung in dem Gasgemisch ein Rotor (1, 2) ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Druckmesser ein Piezoquarz-Differenzdruckmesser ist.
11. Vorrichtung nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß der Differenzdruckerzeuger ein Prantl-Staurohr ist.
12. Verwendung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 11 als Meßgerät zum Erfassen des Anteils einer Gaskomponente in einem Gasgemisch.
13. Verwendung der Vorrichtung nach einem der

Ansprüche 5 bis 11 als Geber für eine Klimasteuerung.

14. Verwendung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 11 zum Überwachen von Trocknungsprozessen bei hohen Temperaturen.

5

15. Verwendung der Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 bis 11 zum Überwachen des Anteils an Wasserdampf in der Atmosphäre eines Garraums oder als Geber für die Steuerung des Anteils an Wasserdampf.

10

16. Vorrichtung nach Anspruch 10 oder 11, insbesondere zur Verwendung nach Anspruch 15, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotor (1, 2) rückseitig an einem Gebläse (6), wie einem Radialgebläse oder dergleichen, vorgesehen ist.

15

Hierzu 2 Seite(n) Zeichnungen

20

25

30

35

40

45

50

55

60

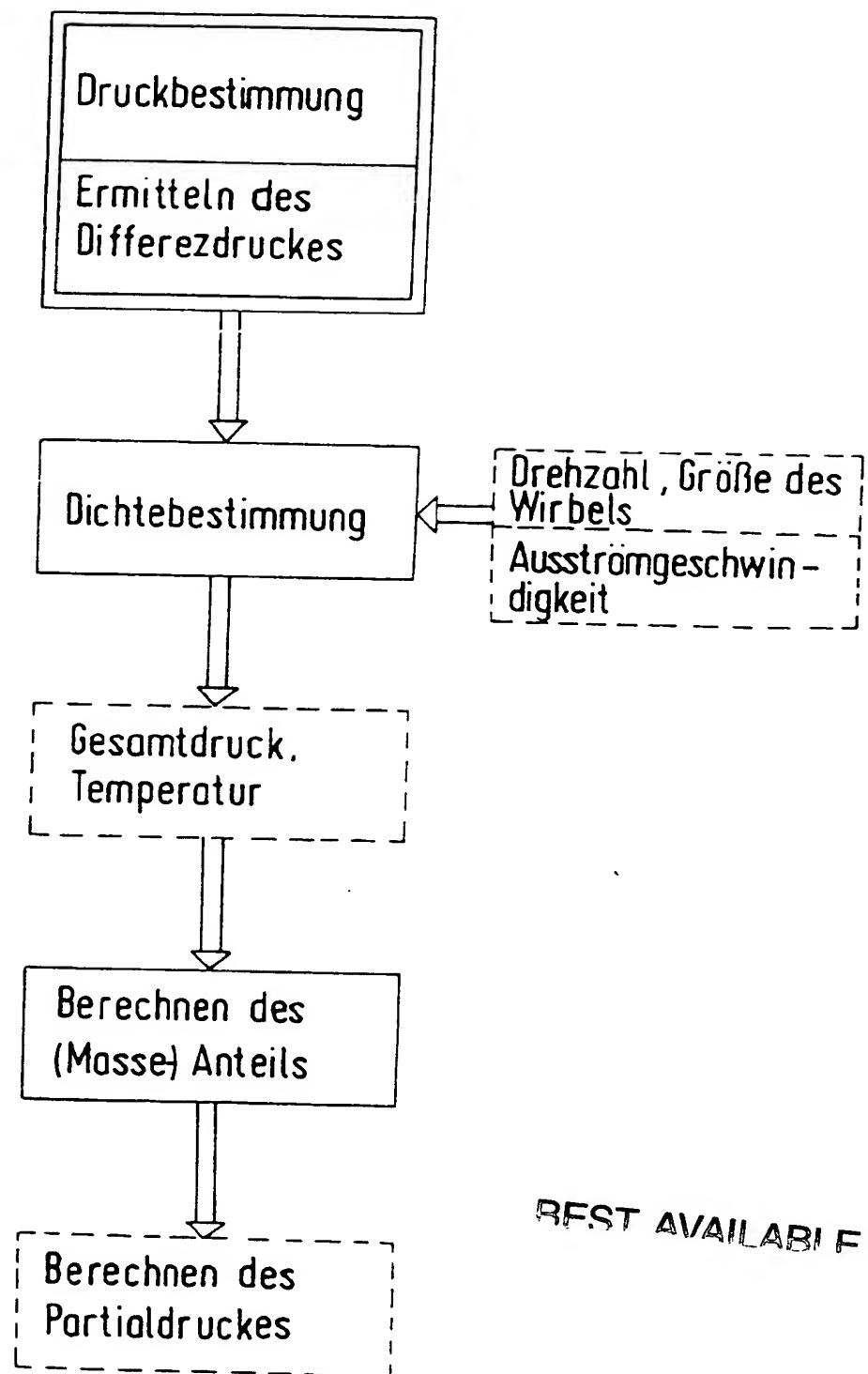
65

BEST AVAILABLE COPY

- Leerseite -

BEST AVAILABLE COPY

Fig. 1



REST AVAILABLE COPY

Fig.2

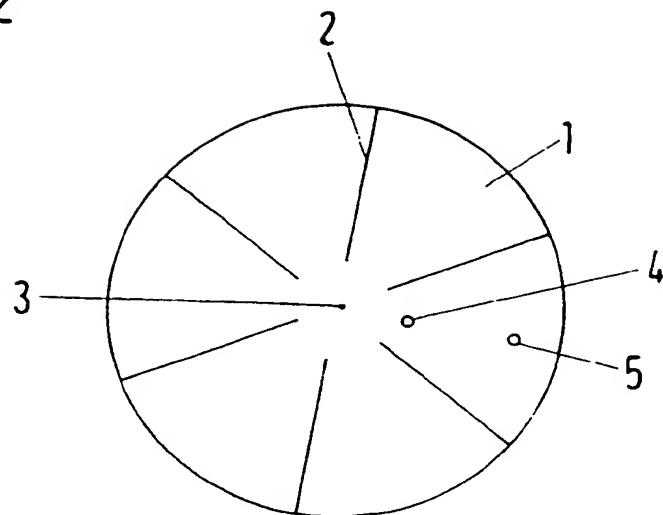
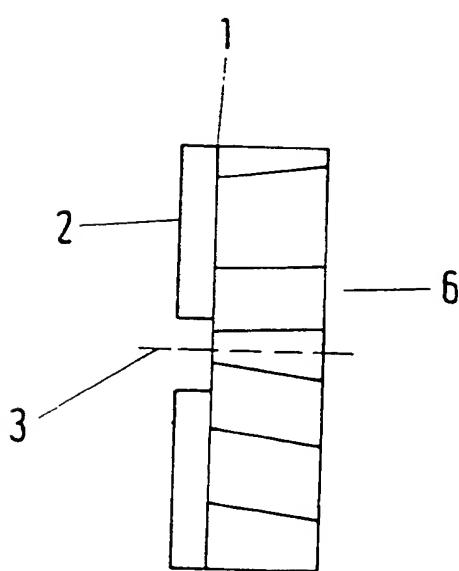


Fig.3



BEST AVAILABLE COPY